

선박초기설계 단계에서의 최적설계모델

이 규 열 <선박해양공학연구원 조선키스뚘연구부 부장>

1. 일반

선박설계는 주어진 제한조건을 만족하면서 최적의 결과를 얻으려는 것이 목적이다. 이러한 관점에서 설계를 다루는 수학적 기법을 최적화기법이라 한다. 여기서 최적의 결과는 최대의 이익 또는 최소건조비 또는 최소중량 등을 의미하며 제한조건이란 선주의 요구 사항, 항만조건, 안정성 및 각종 규정등을 의미한다.

초기설계 단계에서의 선박설계는 1960년 중반까지 시행착오법(Trial and Error Method)에 의해서 상당한 시간과 인력을 투입하여 수행되었다. 1960년대 후반부터는 성능 높은 전산기의 출현과 더불어 설계에 수반되는 계산들이 전산화되면서 "Parametric Study"란 방법을 이용하여 선박설계업무를 체계화하여 능률적인 설계를 신속, 정확히 수행하려는 노력이 계속되어 왔으며, 1970년대 부터는 최적화기법(Optimization Method)을 이용하여 보다 효율적인 설계 프로그램개발 및 응용이 활발히 진행되고 있다.

Parametric Study는 설계변수(예로 배의 길이, 폭, 넓이, 깊이, 흘수, 속력)들을 체계적으로 변화시켜서 각각의 변수들에 대한 성질과 경향을 조사하여 최적값을 구하는 방법으로 간단하다는 장점이 있지만 설계변수의 수가 증가하면 계산양이 많아진다. 예로서, 한개의 설계변수에 대하여 4개의 값을 조사하고자 하고 변수의 수가 5개의 경우 $4^5 = 1024$ 번의 계산을 수행해야 하므로 계산양이 방대해진다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 최적화 기법을 이용한 최적 설계 프로그램들이 1970년대부터 개발되기 시작하였고 최근에는 보다 효율적이고 신뢰도 높은 프로그램들이 개발, 응용되고 있다.

본고에서는 선박의 초기설계 단계에서 최적화 기

법을 이용하여 개념설계를 효율적으로 수행할 수 있는 모델에 관해서 간단히 기술하였다.

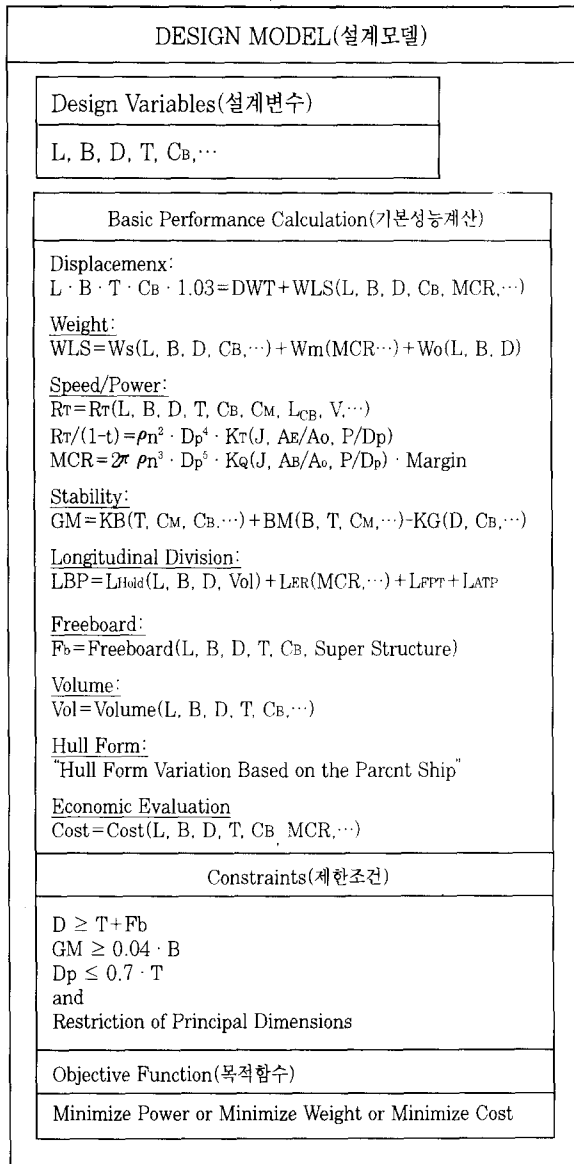
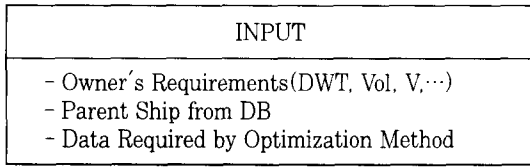
2. 선박 최적설계 모델

Fig.1에는 일반 상선의 최적 개념설계 모델의 구성도가 나타나 있다. 일반적으로 최적설계모델은 설계모델과 최적화 기법으로 구성되어 있으며, 설계모델(Design Model)은 목적함수와 설계변수와의 관계, 그리고 기본 성능계산식 및 제한조건식과 설계변수와의 관계를 표시한다.

설계모델

- 설계변수(Design Variable)
설계하고자 하는 치수, 위치 등을 표시하는 변수로서 일명 자유변수(Free Variable)라고도 하며 설계자의 판단에 의해서 정해진다. 선박의 개념설계에서는 주요치수(L, B, D, T, C_B, ...), 속력(V) 등을 설계변수로 둔다.
- 종속변수(Dependent Variable)
주어진 설계변수에 대해서 종속적으로 정의(계산)되는 변수로서 중량, 건조비, 항차수, 연료소모량, 운항비, 기관마력, 프로펠러 주요치수 등이 선박설계에서의 전형적인 종속변수들이다.
- 기본성능 계산(Basic Performance Calculation)
선박의 중량, 저항 및 추진 성능, 기관 마력, 화물창 용적, 건현, 복원성능, 길이방향의 구획배치, 선형 변환 등을 경험식 또는 실적선 자료를 토대로 계산하며 설계변수 및 종속변수로서 표시된다.
- 제한조건(Constraint)
모든 설계에서는 기능상 요구되는 조건, 크기의

제한등이 다르게 마련이며 제한조건을 만족하는 범위 내에서 적절한 설계가 이루어져야 한다. 선박설계에 있어서 일반적인 제한조건은 다음과



같다.

- 선주요구조건(Deadweight, Cargo Capacity 등)
- 항로제약(항구의 깊이, 운하의 길이, 폭의 제한등)
- 주요치수 제한(길이, 폭, 흘수 등)
- 안정성(복원성능, 건현, 선체강도 등) 및 각종 규정에 따른 조건

○ 목적함수(Objective Function)

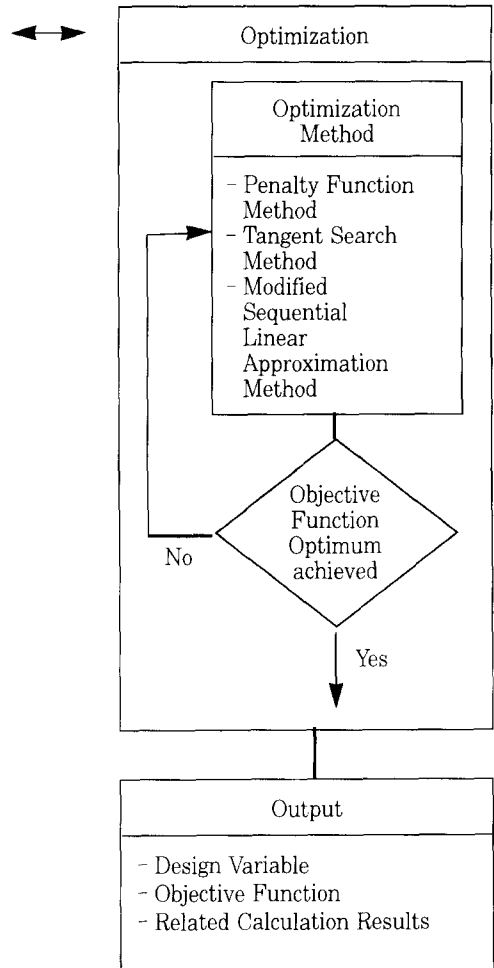


Fig. 1 Configuration of conceptual design optimization model

이는 최적(Optimum)을 나타내는 기준인데 중량, 비용등과 같이 그 값의 비교로 어느 설계 대안(Design Alternative)이 보다 좋다는 것을 표시하는 함수이다.

일반적으로 선박설계에서의 목적함수는 선박의 종류와 주어진 임무에 따라 달라지게 되는데 상선에

서는 최소중량, 최소의 기관마력 또는 건조비 (Building Cost)가 목적이 되며, 특수선 설계에서 는 성능(Performance)이 주로 목적 함수가 된다.

Bulk Carrier, Single Hull Tanker, Container Carrier, LNG Carrier 및 Coastal Passenger SWATH선에 대한 상세한 설계모델 및 계산결과는 참고문헌[1]~[16]에, 그리고 선박형상 변환모델은 참고문헌[17][18]에 나타나 있다.

참 고 문 헌

- [1] Nowacki, H., Brusis, F., Swift, P.M., "Tanker Preliminary Design-An Optimization Problem with Constraints." Trans. SNAME 78 (1970)\$357.
- [2] Holtrop, j. "Computer Programs for the Design and Analysis of General Cargo Ships." International Shipbuilding Progress 19(1972)210, S. 53.
- [3] Fisher, K. W. "Economic Optimization Procedures in Preliminary Ship Design (Applied to the Australian OreTrade)". Trans, RINA 114(1972) S. 293.
- [4] Erichsen, S., "Optimum Capacity of Ships and Port Terminals," The University of Michigan, Department of Naval Architecture and Marine Engineering, Report No. 123, April, 1971.
- [5] Nowacki, H., "Optimization in PreContract Ship Design." Proc. ICCAS, Tokio, 1973.
- [6] Jagoda, J., "Computer-Aided Multi-Level Optimization Method Applied to Economic Ship Design". Proc. IC CAS, Tokio, 1973
- [7] Kupras, L. K., "Optimization Method and Parametric Study in Precontracted Ship Design." International Shipbuilding Progress, Vol.23, 1976.
- [8] K.Y. Lee and H. Soeding, "Optimization of Building and Operating Costs", in German, Symposium on Economic Ship Operation, 1982 Hamburg
- [9] K.Y. Lee, "Economic Ship Design fo Variable Operating Conditions," Second International Symposium on Practical Design in Shipbuilding (PRADS 83), Tokyo & Seoul, Oct, 1983, pp.99-106.
- [10] Kupras, L. K., "Computer Methods in Preliminary Ship Design." Delft University Press, 1983
- [11] Lee, K.Y., "Engine Power for wide Shallow Tanker and Bulk Carrier," in German, Inst. f. Entwerfen von Schiffen, Hannover, Report No. 46(1983)
- [12] K. H. Rupp and K.Y. Lee, "Economic Consequences of Different Dimensions, Stability Requirements and Propulsion Concepts in Cargo Ships," West European Conference on Maritime Technology 1984(WEMT 84). Paris, July 1984, Paper No. 3. 1(32 pages)
- [13] Kyu-Yeul Lee, Dong-Kong Lee, Ho-Hyun Jung and Chul-Hee Lee, "Economic Optimization Study for a 125,000m³ Class LNG Carrier," JSNAK (Journal of the Society of Naval Architects of Korea: 대한조선학회지), vol 21, No. 4, Dec. 1984, pp.1-9(inEnglish)
- [14] Kyu-Yeul Lee, Dong-Kon Lee and Yong-Dae Kim, "A Computer-Based Design Model for Coastal Passenger SWATH Ships," Schiffstechnik, Bd. 36, Heft 2 (Vol. 36, No. 2), June 1989, pp. 72- 83(in English).
- [15] "사용자 지향 대화형 개념설계모델", 이동곤, 이경호, 한순홍, 이순섭, 이규열, 신수철, 신동원, 이종철, 권성철, 대한조선학회 논문집, 29권 4호, 1992 11월, pp. 18-26.
- [16] "고성능 순차적 선형화 방법을 이용한 선박 최적 초기설계기법-최적화 설계 전용 언어의 개발 및 응용", 이규열, 대한조선학회지, 25권 3호, 1988년 9월, pp. 35-45.
- [17] "선형변환에 의한 최적 초기선형 설계기법에 관한 연구", 이규열, 강원수, 대한조선학회지, 24권 2호, 1987년 6월, pp.20- 28.
- [18] "선형변환 기법에 의한 대화식 초기선형설계에 관한 연구", 이순섭, 이규열, 강원수, 대한조선학회논문집, 31권 2호, 1994년 5월, pp. 7-14.